Nicht für den Austausch

AUS DER REICHSANSTALT FÜR DAS DEUTSCHE BÄDERWESEN UND KLIMAKUNDE
AN DER UNIVERSITÄT BRESLAU. (DIREKTOR: PROF. DR. H. VOGT)

CHLORID-, SULFAT- UND NITRATGEHALT DER ATMOSPHÄRISCHEN NIEDERSCHLÄGE IN BAD REINERZ UND OBERSCHREIBERHAU IM VERGLEICH ZU BISHER BEKANNTEN WERTEN ANDERER ORTE

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DES DOKTORGRADES

IN DER

MEDIZIN

BEI DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT
ZU BRESLAU

VORGELEGT VON

HANS DRISCHEL

BRESLAU 1940
DRUCK DER SPAMER A.-G. IN LEIPZIG · 1940

Gedruckt mit Genehmigung
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Universität Breslau
Referent: Prof. Dr. Vogt
Dekan: Prof. Dr. Gottron

Sonderdruck aus „Der Balneologe“, 1940, Heft 11
(Verlag von Julius Springer in Berlin W 9)
Printed in Germany

Die feinere *Chemie der Atmosphäre* ist uns bis heute nur in recht bescheidenem Umfange bekannt; insbesondere wissen wir wenig über Stabilitäts- und dynamische Verhältnisse im luftchemischen Geschehen, über Natur und Rolle der Kondensationskerne. An einer Ausfüllung dieser Lücken ist am unmittelbarsten interessiert die theoretische Meteorologie und die Klimatologie; darüber hinaus erlaubten genaue Kenntnisse und Beobachtungen aber auch der Medizin und der Balneologie, Beziehungen aufzufinden, die ohne Zweifel zwischen Luftchemismus und biologischem Geschehen auf der Erde vorhanden sind, Beziehungen, die bisher wenig in Rechnung gesetzt werden konnten, die aber wesentlich sein müssen: Kein Lebewesen kann sich der Einwirkung des chemischen Milieus der Atmosphäre, in der es lebt, entziehen. Mit dieser Fragestellung ist der Weg zu einer „chemischen Bioklimatologie" (CAUER[29, 30]) beschritten.

Die *Methoden* zum Studium des Luftchemismus sind: 1. Die direkte Untersuchung; sie erfolgt an Wasser, das aus dem kondensierbaren Wasserdampf der Luft durch Unterkühlung gewonnen wird und bedient sich vorwiegend qualitativer Spurenanalysen an geringsten Mengen von Analysenmaterial. Dieser Weg ist erst in neuerer Zeit (CAUER[189]) gangbar geworden. 2. Die indirekte Untersuchung geschieht am Wasser der atmosphärischen Niederschläge. Hier sind die Verhältnisse viel komplexer. Eine Auswertung, die die chemische Zusammensetzung der Luft rückerschließen soll, ist nur bei Berücksichtigung aller Faktoren möglich, welche das Bild der Niederschlagswässer beeinflussen (s. u.).

Ich hatte Gelegenheit (zwar in begrenztem Umfang), den zweiten Weg zu gehen: Ich habe vom August bis Oktober 1938 in Bad Reinerz (Chemisch-Bioklimatische Forschungsstelle der Reichsanstalt für das deutsche Bäderwesen, Breslau) eine Reihe von Chloranalysen an Regenwasser durchgeführt. Ferner lagen Beobachtungen über den Chlorid-, Sulfat- und Nitratgehalt von Regen- und Schneeniederschlägen zur Bearbeitung vor, die 1937/38 in Bad Reinerz und Oberschreiberhau von Herrn W. SCHMORANZ (Reinerz) angestellt wurden.

Die Untersuchungen wurden veranlaßt durch den Direktor der Reichsanstalt für das deutsche Bäderwesen, Breslau, Herrn Prof. Dr. H. VOGT. Eine 3wöchige Tätigkeit am Hygienischen Institut der Reichshauptstadt (im Hauptgesundheitsamt) wurde mir durch die Reichsanstalt ermöglicht: Herr Dr. H. CAUER gab mir hier eine Einführung in die Untersuchungsmethoden und unmittelbare Anregungen für Anlage und Problemstellung der Arbeit; nicht zuletzt konnte in Berlin ein umfangreiches Literaturstudium rasch bewältigt werden. Die Verwaltung in Bad Reinerz gewährte mir liebenswürdige Gastfreundschaft.

Beobachtungsorte: Reinerz. Meereshöhe etwa 600 m. Reinerz liegt in einem tiefen, breiten, waldreichen Tal, das von SW nach NE zieht und oben von den Grenzendorfer

Höhen abgeschlossen und geschützt wird; seinem Ausgang lagern sich die niedrigen Vorberge der Heuscheuer vor. Die Entfernung von Reinerz nach der Ostsee im N beträgt etwa 450 km, nach der Nordsee im NW etwa 700 km, nach dem Atlantischen Ozean im W etwa 1500 km. Der vom Meere herankommenden Luft gegenüber liegt Reinerz im Lee des Gebirges.

Oberschreiberhau. Meereshöhe etwa 800 m. Oberschreiberhau liegt in einem breiten, von W nach E ziehenden Tal, das nach SW und N durch die Höhenzüge des Riesen- und Isergebirges abgeschlossen und geschützt wird; nach E öffnet es sich in den Hirschberger Kessel. Seine Lage zu den Meeren ist ähnlich der von Bad Reinerz; es liegt im Lee des Gebirges.

Methodisches; Das Niederschlagswasser wurde in großflächigen, offenen Gefäßen aufgefangen und möglichst bald nach dem Fall der Analysierung zugeführt. Es wurde, entsprechend seiner analytischen Verwendung, bis auf den hundertsten Teil seines Volumens oder weiter eingedampft; vor und nach dem Eindampfen wurde sorgfältigst filtriert, um das Wasser von den groben Verunreinigungen zu befreien. Peinliche Sauberkeit der Geräte und bei der Handhabung ist zur Erfassung der nur in Spuren vorhandenen Stoffe notwendig. Im einzelnen ist folgendes zu beachten: Für die Chloridbestimmung ist die Art der Probensammlung und die Zeit, die bis zu deren Analysierung vergeht, nicht bedeutend. Die gut verschlossenen Proben können ohne Bedenken einige Monate stehen, ohne daß Veränderungen oder Verluste eintreten und das Ergebnis fälschen. Anders bei Sulfaten: Die gewonnenen Niederschlagsproben müssen sofort verarbeitet werden, da aus der Luft noch nachträglich erhebliche Mengen von SO_3 durch Absorption aufgenommen werden (Sendtner[153], Küppers[101], Liesegang[107], Stoklasa[167]). Küppers gibt den nachträglichen Gewinn des Regenwassers an SO_3 mit 1,2 mg pro 100 qcm Wasserfläche pro 24 Stunden an. Den wirklichen Sulfatgehalt liefert also nur die Analyse ganz frischer Proben. Gleiches gilt für Ammoniak und NO-Verbindungen: Gray[67], Warington[177,178], Mach[112] wiesen nach, daß der Ammoniakgehalt des Regenwassers bei längerem Stehen (meist schon nach Stunden) der Proben (auch in verkorkter Flasche) sich einer Nitrifikation unterzieht, d. h. teilweise in Salpetersäure und deren Salze übergeführt (oxydiert) wird. Lange aufbewahrte Proben zeigen mithin zu niedrige Ammoniak- und zu hohe Nitratwerte.

Von einer eingehenden Wiedergabe der chemisch-analytischen Methoden wird an dieser Stelle abgesehen. Sie finden sich in übersichtlicher Darstellung bei H. Cauer und E. Quitmann: „Verfahren zur chemischen Analyse der Nebelkerne der Luft" in Z. anal. Chem. **116**, H. 1 (1939).

Zur *Bestimmung der Chloride* wurde neben der gebräuchlichen titrimetrischen Methode (Prinzip Mohr) eine *nephelometrische Methode* benutzt. Zur Verfügung stand ein Duboscq-Colorimeter der Firma Leitz, welches durch einen Nephelometeransatz sehr leicht für diese Aufgabe hergerichtet werden kann. Das Prinzip: Durch einen Tropfen einer Silbernitratlösung werden 1. in dem eingedampften und filtrierten Regenwasser, 2. in einer Standardlösung von bekanntem NaCl-Gehalt die Chloride zur Fällung gebracht. Die entstandenen Trübungen werden durch einen scharfen seitlichen Lichtstrahl (Tyndall-Phänomen) sichtbar gemacht und im Okular des Colorimeters miteinander verglichen. Die Ausführung: 500 ccm Regenwasser werden sorgfältigst filtriert und dann auf 5 ccm eingedampft, worauf nochmals filtriert wird. Das so vorbereitete Wasser kommt in den Nephelomerterbecher A (Analyse). In Becher V (Vergleich) werden 5 ccm einer NaCl-Standardlösung gegeben, deren bekannter Gehalt so gewählt ist, daß er etwa in der Größenordnung der erwarteten Cl-Konzentration im Regenwasser, auf jeden Fall aber über dieser liegt. *V* erscheint bei Beleuchtung optisch völlig leer, *A* zeigt dagegen meist eine Trübung durch kleinste Teilchen, die der Filtration entgangen sind (in *V* einige Tropfen einer Bariumsulfataufschwemmung geben, bis gleiche Ausgangstrübung erzielt!). Nun wird in beide Gefäße 0,1 ccm einer $^n/_{10}$-$AgNO_3$-Lösung getropft, welche die Chloride fällt. Die entstandenen Trübungen werden im Okular verglichen und auf gleiche Helligkeit durch Veränderung der den Tyndall-Strahl begrenzenden Spalthöhen eingestellt. Die Spalthöhen beider Seiten werden abgelesen. Es sei: S_V = Spalthöhe der Vergleichslösung (*V*), S_A = Spalthöhe der Analysenlösung (*A*), n = Anzahl Milligramm Cl in Becher *V*, x = Anzahl Milligramm Cl in Becher *A*, d. h. in 500 ccm Regenwasser. Es gilt dann: $S_V : S_A = x : n$; $x = \frac{S_V}{S_A} \cdot n$.

Ergebnisse: Bad Reinerz (Angaben in mg/l).

	mm	p_H	Cl	H_2SO_4	NH_3	N_2O_5	N_2O_3
Mai 1937							
1.	5,3	4,19	4,0	10,532	0,01	0,025	0,03
5.	12,4	5,07	3,2	4,356	0,03	0,01	0,06
6.	4,8	5,27	3,0	6,814	0,02	0,00	0,02
9.	6,1	4,39	4,1	1,765	0,03	0,02	0,04
14.	3,6	3,51	2,1	7,573	0,06	0,025	0,05
22.	8,6	5,17	3,2	10,751	0,03	0,01	0,045
26.	1,6	4,21	1,0	2,738	0,02	0,015	0,02
27.	13,8	4,77	5,6	13,951	0,01	0,06	0,12
28.	2,3	4,21	0,2	1,563	0,04	0,018	0,45
Mittel:		**4,53**	**2,93**	**6,67**	**0,028**	**0,02**	**0,09**
Juni 1937							
1.	3,2	3,99	2,35	3,275	0,95	2,35	0,03
2.	6,0	4,57	1,73	1,326	0,15	1,93	0,015
13.	0,6	4,21	2,30	1,130	0,85	0,00	0,09
15.	5,0	4,11	1,85	1,532	0,15	—	0,00
16.	15,4	4,29	1,32	0,732	0,10	0,27	0,015
17.	11,9	3,99	1,85	0,661	0,05	0,25	0,011
18.	2,0	4,47	0,82	0,517	0,06	0,19	0,009
19.	0,4	4,67	0,65	0,522	0,05	—	0,01
20.	16,4	4,47	0,60	0,097	0,04	0,17	0,017
21	4,3	4,30	0,15	1,107	0,42	0,01	0,06
26.	39,5	4,59	3,55	2,175	0,13	0,02	0,05
30.	5,3	4,49	2,10	1,731	0,08	0,01	0,001
Mittel:		**4,35**	**1,61**	**1,18**	**0,25**	**0,52**	**0,026**
Juli 1937							
7.	1,6	4,49	1,25	9,561	0,42	—	—
8.	14,2	4,57	1,75	7,372	0,05	—	—
11.	6,2	5,97	0,85	3,627	0,12	—	—
12.	18,1	4,87	0,92	3,912	0,07	—	—
13.	45,9	6,37	1,37	5,120	0,09	—	—
25.	5,4	3,89	2,15	4,315	0,07	—	—
26.	4,1	5,97	1,37	4,732	0,32	—	—
31.	0,3	4,30	2,52	12,313	0,21	—	—
Mittel:		**4,55**	**1,52**	**6,37**	**0,17**	—	—
August 1937							
11.	—	—	2,55	3,374	0,10	4,1	0,03
15.	—	—	1,71	1,261	0,15	0,0	0,02
18.	—	—	1,00	5,925	1,10	5,0	0,038
22.	—	—	0,44	—	0,50	1,1	0,015
25.	—	—	0,44	—	0,23	0,5	0,007
27.	—	—	—	4,964	0,30	—	0,02
Mittel:		**1,23**	**3,88**	**0,56**	**2,8**	**0,022**	

	mm	Cl	
Sept. 1937			
10.	5,2	0,15	
11.	8,8	0,38	
12.	31,8	0,27	
13.	26,9	0,35	
14.	14,4	0.15	
15.	8,2	0,23	
20.	4,5	1,25	
24.	23,2	0,45	
Mittel:		**0,40**	
Okt. 1937			
10.	4,7	0,28	
11.	4,2	1,15	
25.	11,7	1,75	
Mittel:		**1,06**	
Nov. 1937			
6.	3,9	0,25	
10.	8,4	1,25	
12.	3,5	1,38	Schnee
16.	3,6	2,15	,,
26.	2,3	0,35	,,
27.	2,1	1,20	,,
28.	3,8	1,0	,,
29.	1,2	0,75	,,
30.	1,7	0,31	,,
Mittel:		**0,96**	
Dez. 1937			
1.	5,8	0,25	Schnee
4.	9,3	0,28	,,
5.	5,2	0,2	,,
7.	9,2	1,55	,,
16.	7,7	0,43	,,
21.	1,8	0,35	,,
25.	5,3	1,15	,,
31.	4,9	0,75	,,
Mittel:		**0,62**	
Jan. 1938			
22.	—	0,25	Schnee
30.	—	0,35	,,
Mittel:		**0,20**	
Febr. 1938			
11.	—	0,25	Schnee
22.	—	0,25	,,
Mittel:		**0,25**	

	mm	p_H	Cl
August 1938			
11.	—	3,6	0,40
12.	9,5	4,2	0,76
13.	1,7	4,7	0,36
15.	7,0	3,9	0,15
16.	8,5	4,1	0,16
17.	3,1	3,7	0,40
21.	27,5	3,8	0,14
22.	3,0	4,0	0,10
22.	—	—	0,37

	mm	p_H	Cl
August 1938			
22.	—	4,0	0,16
23.	14,5	4,3	0,97
24.	46,5	4,0	0,50
26.	27,5	—	0.21
27.	25,5	—	0,15
30.	39,3	3,9	0,05
Mittel:		**4,1**	**0,33**

	p_H	Cl
Sept. 1938		
12.	—	0,05
13.	—	0,07
15.	—	0,12
Mittel:		**0,08**
Okt. 1938		
4.	4,4	0,11
5.	4,7	0,12
7.	—	0,08

	p_H	Cl
Okt. 1938		
8.	—	0,15
10.	—	0,24
11.	—	0,16
19.	—	0,10
19.	—	0,18
20.	—	0,17
22.	—	0,21
23.	—	0,14
Mittel:		**0,15**

Die Ergebnisse der Untersuchungen in *Oberschreiberhau* (die fast ausschließlich im Winter erfolgten), werden im einzelnen nicht wiedergegeben; zusammenfassende Durchschnitte finden sich unter: Besprechung der Ergebnisse.

Grundsätzliches zur Auswertung der Ergebnisse: Es wurde eingangs betont, daß wir die Niederschlagsanalysen benutzen wollen, um einen Einblick in den Chemismus der Luft zu gewinnen. Folgende Schwierigkeiten stellen sich einer unmittelbaren Anwendung der Ergebnisse der ersten auf den Zustand des letzteren entgegen: 1. Wir sind heute noch nicht in Lage, bei den normalen Niederschlagsanalysen den Anteil der Kondensationskernsubstanz (der funktionellen Kernmasse, an der die ersten Kondensationsvorgänge stattfinden) von den Stoffen abzugrenzen, die erst beim Hindurchfallen des Wassers durch die unteren Luftschichten hineingelangen (mitgerissen, gelöst werden). 2. Die chemische Zusammensetzung der Niederschlagswässer ist leider nicht nur der Ausdruck des jeweiligen Zustandes des Luftchemismus, sondern ist wesentlich abhängig von der Individualität der Einzelniederschläge bezüglich Intensität, Menge und Verteilung. Ein genaues Studium des Einzelregenfalles* zeigte, daß es bereits die ersten Teile eines Schauers sind, welche die Hauptmenge der Stoffe, die der Luft beigemengt sind, zur Erde bringen; es folgt eine erst schnelle, dann allmählichere Abnahme der Konzentration, so daß die nachfolgenden Partien keine wesentliche Vermehrung der Substanzmenge mehr herbeiführen, sondern mit ihrer immer geringer werdenden Konzentration lediglich den Gesamtregenfall verdünnen. So sind die kürzesten Regenfälle am substanzkonzentriertesten: Die Konzentration eines Regenfalls an chemischen Stoffen (mg/l) verhält sich umgekehrt wie seine Menge (Regenhöhe). Die Gesamtsubstanzmenge hingegen, die durch einen Regenfall dem Boden zugeführt wird, zeigt (sobald jenes Minimum an Regenhöhe erreicht ist, das den Großteil der Luftsubstanzen aufzunehmen vermag) eine beachtliche Konstanz für den betreffenden Ort und ist weitgehend unabhängig von der Regenhöhe. Es gilt in Annäherung: Konzentration (mg/l) mal Regenhöhe (mm) = Gesamtmenge (mg/qm) = konstant. Diese engen Beziehungen zwischen Substanzen und Regenmenge müssen zu wesentlichen Einschränkungen für die Vergleichbarkeit von Niederschlagsanalysen führen: Homogen ist ein Material eigentlich nur dann, wenn Regenfälle gleicher oder ähnlicher Höhe miteinander verglichen werden, oder wenn es sich um Mittel aus einer Vielzahl von Beobachtungen handelt. Hier liegt eine üble Fehlerquelle, wenn der Einfluß anderer Faktoren auf den Substanzgehalt der Niederschläge untersucht werden soll, etwa der Jahreszeit: Die Monatswerte mg/qm verlaufen meist einfach den monatlichen Regenmengen parallel, die mg/l diesen entgegengesetzt. Um Fehlschlüsse zu vermeiden, muß deshalb die Regenhöhe als zweite Veränderliche immer in die Betrachtung miteinbezogen werden, und erst Abweichungen von diesen normalen Abhängigkeitsbeziehungen sind auf tatsächliche Verschiedenheiten im Luftchemismus zurückzuführen. — Auch der Verteilung der Regenfälle, d. h. der Länge der voraufgehenden Trockenperiode, kommt ein wesentlicher Einfluß auf den Substanzgehalt der Niederschläge zu: Regenfreie Intervalle bedingen größere Konzentrationen der folgenden Regenfälle; allerdings scheint nach 2 bis 3 Tagen bereits wieder eine gewisse Stabilität im Luftchemismus hergestellt zu sein, da längere Trockenzeiten das Niederschlagsbild nicht mehr wesentlich ändern.

Besprechung der Ergebnisse. Vergleich mit anderen Beobachtungen: Ist die Auswertung der Ergebnisse für unsere Zwecke schon durch die angedeuteten Abhängigkeiten erschwert, so erlaubt die unzureichende Zahl unserer Beobachtungen noch weniger, mehr als ganz allgemeine Folgerungen anzuschließen. Insbesondere schlugen alle Versuche fehl, exakte Beziehungen zwischen der chemischen Zusammensetzung der Niederschläge und den einzelnen meteorologischen Elementen (Temperatur, Feuchtigkeit, Windrichtung, Windgeschwindigkeit, UV.-Strahlung) herzustellen. Differenziertere Ergebnisse können erst erwartet werden, wenn genügend zahlreiche und systematische Bestimmungen vorliegen, die einen Zeitraum von mehreren Jahren umfassen. Uns bleibt zunächst nur die Möglichkeit, die vorliegenden Angaben vergleichend in die Mitte solcher zu stellen, die uns von anderen Untersuchern zugänglich sind. Wir befragen also die Literatur.

* Wichtige Literatur: Ackroyd[1], Anderson[3], Boussingault[19], Eaton[49], Gray[67], Hansen[70], Kellner[91], Lawes-Gilbert-Warington[103], Leather[104], Miller[115], Moore[117], Passerini[130], Shaffer[154], Shutt[157], Weedon[180], Welbel[181], Wituynj[186].

Reaktion: Der p_H-Wert des Niederschlagswassers wird bestimmt durch die in ihm enthaltenen Elektrolyte, d. h. in erster Linie durch die Substanz der Kondensationskerne. Über die Abhängigkeit des p_H von der chemischen Zusammensetzung des Regens läßt sich kaum mehr als Allgemeines aussagen: Zunahme der sauren Valenzen (Sulfate, Nitrate, Nitrite) senkt den p_H-Wert, hoher Ammoniak- oder Chloridgehalt scheint ihn nach oben zu treiben. Das vorliegende Material gestattet nicht, diese Beziehungen klar aufzudecken.

In *Reinerz* betrug im Mittel aus 43 Beobachtungen der p_H-Wert 4,36, in *Oberschreiberhau* (25 Bestimmungen) 4,24.

Chloride: Die Chloride der Luft und der atmosphärischen Niederschläge entstammen dem *Meerwasser*; dies gilt (von Industrieniederschlägen abgesehen) auch für Gegenden kontinentalster Lage. Die Vorgänge am Entstehungsort, der Oberfläche der Weltmeere, sind unbekannt: Ob es sich um eine einfache mechanische Zerspritzung des Oberflächenwassers handelt („Spritzwassertheorie" von MELANDER 1897) oder um chemische Vorgänge

Tabelle 1. Chloride im Regenwasser.

Beobachtungsort	Beobachter	Beobachtungsdauer in Jahren	jährliche Niederschlagsmenge mm	Chloridgehalt des Regenwassers Cl mg/l	jährliche Zufuhr von Chloriden Cl g/qm/Jahr	Entfernung von der Küste in km, Himmelsrichtung
Barbados (Antillen)	HARRISON[72]	5	1509	8,7	13,1	Küste
Barrahead (Hebriden)	MILLER[116]	2	862	759,6	654,7	Küste 0,05
Berlin-Mitte	LIESEGANG[108]	2	552	5,6	3,1	Industrie
Bloemfontein (Südafrika)	JURITZ[90]	2	547	0,86	0,5	E 450, W 900
Bretagne: Brest Küste	FARCY[55]	1	800	77,08	61,66	Küste 0,03
Brest Labor.		3	898	17,89	16,07	1,95
Penmarch		1	889	15,38	13,71	8,0
Plounevezel		1	809	13,52	10,94	50
Cette (Südfrankreich)	BORDAS[17]	—	575	8,91	5,13	Küste
Chicago	IVES[86]	3	900	8,15	7,3	Industrie
Cirencester (Südengland)	KINCH[92]	26	777	3,17	2,47	180 W, 120 S
Durban (Südafrika)	JURITZ[90]	2	932	8,25	7,69	Küste
England: Inland ländl.	SMITH[162]	—	—	3,99	—	100—150
Städte		—	—	8,70	—	—
W-Küste		—	—	56,15	—	Küste
Garforth (England)	COHEN[39]	3	685	3,38	2,31	100 W, 80 E
Geneva (New York, USA.)	COLLISON[41]	10	—	—	1,79	400 E
Georgetown (Bsit.Guiana)	HARRISON[71]	25	2489	5,43	13,51	Küste
Helder (Holland)	JORISSON[89]	1	—	32,5	—	Küste
Jungfraujoch	CAUER[32]	—	3500	0,12	0,42	900 W, 500 S
Leiden (Holland)	ISRAEL[85]	1	—	10,04	—	Küste 4,0
Lincoln (Neuseeland)	GRAY[67]	4	735	9,15	6,73	180W, 30E, 220N
Mount Vernon (Iowa, USA.)	KNIGHT[94]	1	—	0,35—2,01	—	1500 E
Rothamsted (England)	MILLER[115]	24	731	2,28	1,67	300 W, 110 E
USA. Inland Durschschnitt	COLLINS[40]	—	—	Unter 0,3	—	Kontinent

(Oxydationswirkung des Ozons, CAUER[32]), steht dahin. Eine zweite Quelle für die Chloride der Luft ist die *Verbrennung der Steinkohle* in Städten und Industriegegenden; sie ist von kaum mehr als lokaler Bedeutung. — Die Chloride liegen im Regenwasser vorwiegend als NaCl vor, aber auch als KCl, $MgCl_2$ und $CaCl_2$. Das Mengenverhältnis dieser Verbindungen wird von vielen Forschern als annähernd wie im Meerwasser angenommen. Trotz des quantitativen Zurücktretens wird besonders dem Magnesiumchlorid eine bedeutende Rolle als Kondensationskernsubstanz zugeschrieben. — Von MELANDER wurde behauptet, daß die Meeressalze (insbesondere Chloride, weniger Sulfate) den Großteil der in der irdischen Atmosphäre überhaupt wirksamen Kondensationskerne bilden. Die Bedeutung der *Chloride als Kernsubstanzen* muß aber heute sicherlich auf die unteren Schichten der Atmosphäre, und zwar über den Ozeanen und Küstengebieten, beschränkt werden. Neuere

Untersuchungen stellen sogar die Annahme einer starken Kernproduktion an der Meeresoberfläche überhaupt in Frage: Kernzählungen an Küsten und auf dem Meere (Wigand[183], Landsberg, Schultz) haben eine Kernvermehrung regelmäßig vermissen lassen (Durchschnitt: 1000 Kerne pro Kubikzentimeter Meeresluft; auf den Kontinenten so niedrig nur im Gebirge zu finden).

Verteilung der Niederschlagschloride an der Erdoberfläche: Die eindringlichsten Unterschiede kennzeichnet, wie erwartet, der Gegensatz *Küste—Inland.* Für den außerordentlichen Chloridreichtum der Küstenniederschläge (oft bis zu 1 g NaCl pro Liter) ist offenbar ausschlaggebend, in welchem Umfange die Luftmassen, denen sie entstammen, vorher mit Meeresflächen in Berührung waren; hinzu kommt: Zutritt der Meeresluft von einer oder von mehreren Seiten, Küstenverlauf, Vorlagerung eines Inselfeldes. Für den niedrigen (oft nur wenige Zehntel mg/l Cl), aber konstant nachweisbaren Chloridgehalt der Inlandniederschläge sind neben der ausschlaggebenden Entfernung vom Meere wesentlich: Gestaltung des Zwischenlandes durch Gebirgszüge usw., Richtung der vorherrschenden Winde. Die Einflußzonen des Meeres auf den Chloridhaushalt der Luft lassen sich durch folgenden Konzentrationsabfall der Regenchloride deutlich machen: Bei Entfernung von der Küste 30—100 m ergeben sich etwa 70—700 mg Cl pro Liter Regenwasser, bei 1—2 km: 15—30 mg/l Cl, 5—10 km: 6—13 mg/l, 50 km: 4—9 mg/l, 100 km: 3—5 mg/l, 500 km: 1—2 mg/l, 1000 km: 0,5—1,5 mg/l, 2000 km: unter 0,3 mg/l Cl. Der Zukunft bleibt es vorbehalten, auf Grund exakter und genügend zahlreicher Untersuchungen Chloridkarten zu entwerfen, die mit einem Blick den Einfluß der angegebenen Faktoren auf den Cl-Gehalt der Niederschläge erkennen lassen; Orte mit gleichen Regen-Cl-Durchschnitten werden durch „Isochloren" zu verbinden sein, und diese werden (im großen) den Küstenlinien parallel verlaufen. — Lokale Zentren einer vermehrten Cl-Produktion sind mit ihrem Kohlenverbrauch *Groß- und Industriestädte:* Die Niederschlagschloride liegen in Großstädten mit 4—7 m g/lCl, in Industriegegenden mit 6—9 mg/l Cl weit über dem besonders kontinental niedrigen (0,3—2 mg/l) Cl-Niveau des umgebenden Landes. — Mit abnehmender *geographischer Breite* des Beobachtungsortes scheint auch der Cl-Gehalt von Luft und Niederschlägen abzunehmen. Die Erkennung dieser Abhängigkeit wird allerdings durch den dominierenden Einfluß der Meeresnähe erschwert. Bei Vergleich von Orten verschiedener Breitenlage (aber etwa gleichartigem Meeresmilieu) ergibt sich: in den Tropen Georgetown 5,43, Barbados 8,7 mg/l Cl, nördliche Breiten 10—20 mg/l und darüber.

In *Reinerz* betrug der Chloridgehalt der Niederschläge im Mittel aus 95 Analysen 0,97 mg/l Cl, in *Oberschreiberhau* (52 Analysen) 1,32 mg/l Cl. Die Reinerzer Analysen von 1937 erscheinen für die kontinentale Lage des Ortes erheblich zu hoch (sie geschahen titrimetrisch nach Mohr, allerdings oft an zu geringen Mengen Regenwassers). 29 Bestimmungen von August bis Oktober 1938 nach der obengenannten nephelometrischen Methode ergaben einen Durchschnitt von 0,23 mg/l Cl. Für Reinerz mögen etwa folgende Werte Geltung haben: Jahresmittel 0,2—0,5 mg/l Cl, Maximum im Winter (Januar) 0,4—0,6, Minimum im Sommer (Juli) 0,05—0,2. — Die im Vergleich zu Küstengegenden recht niedrigen Chloridwerte unserer Beobachtungsorte entsprechen der Kontinentalität ihrer Lage; die Weltmeere üben auf ihren Luftchemismus keinen nennenswerten Einfluß mehr aus. — Daß die Abhängigkeitsbeziehungen der Chloridgehalte von den meteorologischen Elementen so schwer zu durchschauen sind, liegt an der Kompliziertheit der Auswertungsbedingungen (s. o.). Wir können heute nur ganz allgemeine Angaben machen, wie: bei W- und NW-Winden steigen in Reinerz und Oberschreiberhau die Niederschlagschloride an; ein Einbruch maritimer Luftmassen wird von einem Anwachsen der Cl-Werte begleitet.

Sulfate: Sicherlich gelangen wie Chloride auch Sulfate aus dem *Meerwasser* in die darüberlagernde Luft und mit dieser auf den Kontinent; jedoch tritt diese Quelle zurück zugunsten einer anderen, die auf dem Festland ihre größte Intensität entfaltet, das ist der

Abbau organischer Substanz an der Erdoberfläche. Die Zersetzung toter pflanzlicher und tierischer Stoffe befreit den Eiweiß-Schwefel aus seiner organischen Verbindung und entläßt ihn als Schwefelwasserstoff, der in Ammoniumsulfid, schließlich in Ammoniumsulfat übergeführt wird (SMITH[162]). — Nicht zu unterschätzen ist ferner die Bedeutung der *Vulkane* und Sulfatoren; besonders die S-reichen Kraterdämpfe dürften für den Luftchemismus der betroffenen Gegenden einen entscheidenden Einfluß haben. — Nichts vermag aber Luft- und Niederschlagssulfate so stark in die Höhe zu treiben wie die *Verbrennung der Steinkohle* in Großstädten und Industriegegenden. Bei der Verbrennung der Kohle entsteht aus ihrem Schwefel vorwiegend SO_2, daneben SO_3, die in den Rauchgasen den Ort der Verbrennung verlassen. Das SO_2 wird im Beisein von Wasserdampf bald und vollständig zu SO_3 oxydiert, so daß sich schweflige Säure nur sehr selten in Luft und Nieder-

Tabelle 2. Sulfate im Regenwasser.

Beobachtungsort	Beobachter	Beobachtungsdauer in Jahren	jährliche Niederschlagsmenge mm	Sulfatgehalt des Regenwassers Sulfat-S mg/l	jährliche Zufuhr von Sulfaten Sulfat-S g/qm/Jahr	Bemerkungen
Ames (Iowa, USA.) . . .	ERDMANN[51]	1	772	2,16	1,67	Ländlich
Berlin-Mitte	LIESEGANG[124]	2	550	7,86	4,33	Großstadt
Chicago.	IVES[86]	3	—	47,2	—	Industrie
England: Inland ländlich .	SMITH[162]	—	—	2,1	—	—
Städte		—	—	13,72	—	—
W-Küste. . . .		—	—	2,36	—	—
Garforth (10 km E v. Leeds)	COHEN[39]	3	685	4,58	3,14	Ländlich
Geneva (New York, USA.)	COLLISON[41]	10	—	—	4,62	—
Grignon (Frankreich). . .	BERTRAND[14]	1	744	2,03	1,51	Ländlich
Ithaca (New York, USA.)	Wilson[185]	3	690	4,25	2,94	—
Kentucky (USA.).	JOHNSON[88]	2	—	1,74—4,18	—	—
Leeds (England).	CROWTHER[42]	1	—	19,87	—	Industrie
Liberty (Indiana (USA.) .	EATON[49]	2	1248	4,7	5,9	Ländlich
Lincoln (Neuseeland). . .	GRYA[67]	4	735	0,91	0,67	Ländlich
MountVernon (Iowa, USA.)	Durschchn.	—	—	2,6	—	Ländlich
Odessa (Südrußland) . . .	PIROVAROFF[137]	—	392	1,53	0,6	—
Petersburg, in und um . .	WITUYNJ[186]	1	543	2,52	1,37	—
Prag	STOKLASA[167]	6	—	23,95	—	Industrie
Quimper (Bretagne) . . .	VINCENT[175]	—	—	1,3—2,3	—	Ländlich
Rothamsted (England) . .	MILLER[115]	6	761	1,03	0,78	Ländlich
Tenessee, USA.: Copperhill	MACINTIRE[113]	3	1516	171,8	260,5	Cu.-Industrie
Knoxville .		7	1230	8,61	10,59	Großstadt
4 ländliche Orte		3	1418	1,64	2,32	Ländlich
USA. Inland (Durchschn.) .	COLLINS[40]	—	—	Unter 2,0	—	—

schlägen findet, und wenn, dann nur unmittelbar nahe dem Verbrennungsort. Der Schwefel gelangt im Regenwasser in Form von Sulfaten zum Erdboden, in erster Linie als Ammoniumsulfat, aber auch mit anderen Basen, daneben in geringer Menge als freie Schwefelsäure. — Die Sulfate sind neben den N-Verbindungen die wesentlichen *Kernstoffe* der unteren Atmosphäre über den Kontinenten; sie sind dank ihrer Hygroskopizität als Kondensationskerne vorzüglich geeignet. Sie treten in der Luft der Großstädte und Industriegegenden in solchen Mengen auf, daß wir sie für die Besonderheiten der Niederschlagsverhältnisse an diesen Orten verantwortlich machen. So liefern sie z. B. die Kerne für jene berüchtigten Stadt- und Industrienebel, die ihrer Auflösung einen so hartnäckigen Widerstand entgegensetzen.

Verteilung der Niederschlagssulfate an der Erdoberfläche: Eindeutig und auffallend ist der Gegensatz zwischen *Stadt—Land;* ausschlaggebend ist der Unterschied in der Kohlekonsumption. Extreme Sulfatwerte (bis 150 mg/l S und darüber) sind allerdings an

bestimmte Industrien gebunden, wie Sulfidröstereien, Kokereien. Indifferentere Industrien erreichen Werte von etwa 20—50 mg/l S; dabei ist der Verbrauch großer Mengen S-reicher Kohlen wesentlich. In Großstädten ohne ausgesprochen industriellen Charakter liegen die S-Werte bei etwa 6,0 (4,0—10,0) mg/l; das ländliche Inland zeigt ein Niveau von 1,5—2,0 (1—4) mg/l S. — Die geographische Breite des Beobachtungsortes beeinflußt den Sulfatgehalt der Niederschläge nicht eindeutig, die Kontinentalität nur undeutlich: Sulfat-S in der Nähe der Küste 1,0 (0,5—1,5), im Inland (ländlich) 1,5 (1—4) mg/l. Auch Smith[162] und Russell[143] finden einen Sulfatanstieg beim Verlassen der Küste; Grund: Vermehrte S-Produktion auf dem Festland durch den Abbau organischer Substanz.

In *Reinerz* betrug der Sulfatgehalt der Niederschläge im Mittel aus 33 Analysen (nur Sommermonate) 1,301 mg/l Sulfat-S, in *Oberschreiberhau* (47 Analysen, meist Winter) 0,322 mg/l Sulfat-S. Die Niederschlagssulfate bieten ein Kriterium für den Reinheitsgrad der Atmosphäre; unsere beiden Orte stehen mit ihren niedrigen Werten unbedingt außerhalb des Einflusses städtischer und industrieller Schornsteine (Mittel des ländlichen Inlandes 1,5—2,0 s. o.). Der Unterschied der Reinerzer und Oberschreiberhauer Werte dürfte durch die Ungleichartigkeit der Jahreszeit, zu der die Proben entnommen wurden, bedingt sein; er entspricht der natürlichen Jahresbewegung der Sulfatproduktion (s. u.): Höhere Werte im Sommer durch vermehrten Abbau organischer Substanz. — Über die Abhängigkeit der Niederschlagssulfate von meteorologischen Faktoren kann nichts ausgesagt werden.

Ammoniak: Das natürliche Bildungsmaterial für das Luftammoniak ist die gesamte nicht mehr lebende Pflanzen- und Tiergeneration, die in der Verwesung einem *Abbau* unterliegt, dessen Ziel es ist, aus *organischer Substanz* unorganische herzustellen: So wird der Eiweiß-N aus seiner organischen Bindung befreit und geht mit Wasserstoff die unorganische Bindung Ammoniak ein. Schauplatz des Abbaues ist Land wie Meer. Schloesing und Boussingault[19] gaben den tropischen Ozeanen die Hauptrolle; heute müssen wir die wesentliche NH_3-Produktion auf die Kontinente verlegen: Fäulnis und Verwesung organischen Materials an der Oberfläche und in den obersten Schichten des Erdbodens sind die Quelle. — In Groß- und Industriestädten hat die umfangreiche NH_3-Bildung durch die *Verbrennung von Steinkohle* eine hervorragende chemoklimatische Bedeutung. — Das Luftammoniak erreicht im Regenwasser zu einem kleinen Teil als solches gelöst den Boden, zum überwiegenden Anteil aber an Säuren gebunden als Ammoniumnitrit, -nitrat, -sulfat und -carbonat. Ein weiterer Teil, der früher häufiger in den Kreis der Untersuchungen einbezogen wurde, liegt in dem sog. „Albuminoid-Ammoniak" vor. Es ist das Ammoniak, das im Regenwasser zur Zeit des Auffangens in nicht abgebauten, sondern vollständig erhaltenen Verbindungen organischen und organisierten Charakters enthalten ist, nämlich den Eiweißen der Keime und Mikroorganismen. — Die *Kernwirksamkeit* des freien gasförmigen Ammoniaks der Atmosphäre ist noch ungeklärt; bedeutend sind dagegen seine stark hygroskopischen Verbindungen mit den N-Oxyden: Ammoniumnitrit und -nitrat. Wesentlich ist Ammoniak ferner als Ausgangsstoff für die lichterzeugten nitrosen Gase (s. u.).

Verteilung des Niederschlagsammoniaks (zu Aufstellung 3): Die horizontale Verteilung des Niederschlags-NH_3 an der Erdoberfläche wird hervorragend gekennzeichnet durch den Gegensatz *Stadt—Land.* Die Groß- und die Industriestädte stellen mit ihrem riesigen, dabei auf geringen Raum zusammengedrängten Kohleverbrauch Zentren der Ammoniakproduktion dar, die auch die Luft des umgebenden Landes nicht unbeeinflußt lassen. In Rothamsted (35 km NW von London) wird z. B. ein deutliches Ansteigen der Ammoniakwerte bemerkt, wenn der Regen mit Winden aus SE (von London her) kommt. Für unsere Breiten (45—55° N) mag etwa gelten: ländliche Bezirke 0,4—0,5 (0,1—0,8) mg/l, Großstädte 1—2 mg/l und Industriestädte 1—5 mg/l NH_3-N im Regenwasser. — Ein Unterschied *Küste—Inland* besteht: Küstenniederschläge sind ammoniakärmer als die Norm des Inlandes; Seewinde sind NH_3-ärmer als Landwinde (Anderlind[2], bei Tuy,

Spanien). — Die *geographische Breite* übt einen deutlichen Einfluß auf den NH_3-Gehalt der Niederschläge aus: Mit abnehmender Breite nimmt auch der NH_3-Gehalt ab. Durchschnitte: 31 Stationen der gemäßigten Zonen 0,603 mg/l NH_3-N, 14 Stationen der tropischen Gebiete 0,412 mg/l NH_3-N. Diese Verteilung wird von Müntz und Marcano[123] durch direkte Luft-NH_3-Bestimmungen bestätigt. Houzeau[81] sagt: Wärme und Licht vermindern den NH_3-Gehalt.

Tabelle 3. N-Verbindungen im Regenwasser.

Beobachtungsort	Beobachter	Beobachtungsdauer in Jahren	jährliche Niederschlagsmenge mm	NH_3-N mg/l	Nitrat-N mg/l	Total-N g/qm/Jahr
Allahabad (Vorderindien)	Dhar[46]	—	730	0,31	0,9	0,88
Barbados (Antillen)	Harrison[72]	25	1505	0,065	0,358	0,627
Bloemfontein (Südafrika)	Juritz[90]	2	547	0,986	0,323	0,645
Butt of Lewis (Hebriden)	Miller[116]	6	1043	0,039	0,033	0,076
Cairus (Queensland)	Weedon[180]	2	1908	0,080	0,104	0,351
Calcutta (Vorderindien)	Miller[116]	—	1170	0,175	0,115	0,339
Catania (Italien)	Basile[10]	1	466	0,327	0,161	0,227
Cawnpore (Vorderindien)	Leather[104]	1	1254	0,221	0,068	0,364
Caracas (Venezuela)	Müntz[123]	1	1000	1,55	0,578	2,128
Ceylon (Vorderindien)	Pamber[128]	2	2086	0,196	0,069	0,553
Chicago	Ives[86]	3	950	0,744	0,042	0,74
Dehra Dun (Vorderindien)	Leathee[184]	1	2197	0,104	0,070	0,381
England: Inland ländlich	Smith[162]	—	—	p,970	0,167	—
Inland Städte		—	—	4,420	0,192	—
W-Küste ländlich		—	—	1,890	0,083	—
Flahult (Schweden)	Feilitzen[56]	6	577	0,450	0,177	0,518
Florenz	Bechy[11]	6	1109	1,004	0,358	1,544
Garforth (England, b. Leeds)	Cohen[39]	2	685	0,1	0,33	0,98
Gembloux (Belgien)	Pteermann[132]	3	694	1,143	0,345	1,032
Georgetown (Brit. Guiana)	Harrison[71]	25	2489	0,032	0,071	0,253
Goodwell (Oklah., USA.)	Finnell[59]	1	392	0,283	0,122	0,159
Hanoi (Indochina)	Aufray[6]	7	1780	0,571	0,451	1,827
Lincoln (Neuseeland)	Gray[68]	2	680	0,122	0,133	0,174
Madras (Vorderindien)	Miller[116]	3	841	0,085	0,135	0,181
Manchester (England)	Smith[162]	2	—	5,32	0,23	—
Manhattan (Lansas USA.)	Failyer[54]	3	747	0,393	0,154	0,410
Mississippi (USA.)	Hutchinson[83]	1	1120	0,235	0,074	0,346
Montsouris (b. Paris)	Levy[105]	24	546	2,13	0,66	1,52
Mount Vernon (Iowa, USA.)	Wiesner[182]	—	—	0,766	0,152	—
Ottawa (Canada)	Shutt[159]	17	857	0,515	0,278	0,679
Pecek (Böhmen)	Stoklasa[165]	3	491	1,26	0,50	0,85
Rothamsted (England)	Miller[116]	23	712	0,437	0,202	0,450.
Scandicci (bei Florenz)	Passerini[129]	2	741	0,614	0,266	0,652
Tokio	Kellner[91]	1	—	0,126	0,093	—
Trondhjem (Norwegen)	Braadlie[21]	1	889	0,132	0,098	0,204
Uithuizermeeden (Holland)	Hudig[82]	2	700	0,724	0,273	0,673
Utah (USA.)	Erwin[52]	3	409	1,463	0,103	0,609
Vallombrosa (Italien)	Bechy[11]	3	1521	0,671	0,253	1,325

In *Reinerz* betrug der Ammoniakgehalt der Niederschläge im Mittel aus 33 Analysen (nur Sommer) 0,188 mg/l NH_3-N, in *Oberschreiberhau* (51 Analysen) 0,624 mg/l NH_3-N. Das Niederschlagsammoniak ist gleichfalls geeignet, den Reinheitsgrad der Luft zu beurteilen: Unsere Orte erweisen sich auch auf diese Weise als völlig unbeeinflußt von Stadt- und Industrierauch; die Werte liegen innerhalb der für das ländliche Inland angegebenen Grenzen (0,1—0,8).

Nitrate: Nitrate und Nitrite im Regenwasser sind die Stoffe, deren Gehalt am konstantesten ist und sich als am wenigsten beeinflußt von Faktoren der Ortslage und der

Jahreszeit erweist (s. u.). Für Herkunft und Bildung der N-Oxyde sind deshalb Bedingungen von viel universellerem Charakter zu erwarten als für die übrigen Niederschlagssubstanzen; in Betracht kommen: 1. Synthese der N-Oxyde aus dem N_2 und O_2 der Luft durch elektrische Entladungen in der Atmosphäre (Gewitterblitze, ferner sog. „stille" Entladungen, die ihre Bedeutung trotz der nur geringen Einzelenergie ihrer Vielzahl und Kontinuität verdanken), 2. *photochemische Synthese* der N-Oxyde unter dem Einfluß des UV.-Lichtes der Sonne (Dhar[46], Moore[1] [6]), 3. *Photooxydation* des Ammoniaks (Smith[162], Dhar[46]): Unter dem Einfluß der UV-Strahlung wird beständig das Ammoniak der Luft durch O_2 (bzw. O_3) in nitrose Gase übergeführt. In dieser Photooxydation scheint die wichtigste Quelle für die Nitrite und Nitrate der Luft vorzuliegen. Wieweit in diese Prozesse allerdings das Ozon eingreift, dessen Bildung ebenfalls durch die UV-Strahlung gesteuert wird, ist nicht zu entscheiden. — *Nitrite* (als intermediäres Oxydationsprodukt) finden sich nur in geringer Menge in Luft und Niederschlägen. Das Verhältnis Nitrit-N zu Nitrat-N hängt offenbar von der Vollständigkeit der Oxydationsbedingungen ab: Im Sommer und in den Tropen steigt das Verhältnis zugunsten des Nitrat-N, im Winter und in nördlichen Gegenden zugunsten des Nitrit-N (Chabrier[33], Anderson[3], Shaffer[62]). — Die N-Verbindungen liegen im Regenwasser selbstverständlich nur spurenweise in Form der freien Säuren vor, im wesentlichen aber als Ammoniumnitrit und -nitrat. — Die nitrosen Gase gehören dank ihrer hygroskopischen Fähigkeiten zu den wichtigsten und permanentesten *Kernstoffen*, besonders der höheren Atmosphäre; sie führen bald nach ihrem Entstehen die Bildung kleinster wässeriger Tröpfchen (= Kondensationskerne) herbei, über denen der Dampfdruck herabgesetzt und damit die Kondensation erleichtert ist; letztere tritt bei geringer Überschreitung des Taupunktes ein und stellt den ersten Anstoß zur Niederschlagsbildung dar.

Verteilung der Niederschlagsnitrate (zu Aufstellung 3): Die geringe Variabilität der Nitratwerte im Regenwasser macht eine Übersicht recht schwierig. Entscheidenden Einfluß scheint lediglich die *geographische Breite* des Beobachtungsortes zu besitzen: Wir finden Nitrat-Maxima bei etwa 45—50° N, ferner bei 10° N, Minima bei 60° N und 30° N; am Äquator relativ niedrige Werte. 24 Stationen der nördlichen Breiten zeigten einen Durchschnitt von 0,274 mg/l Nitrat-N, 14 Stationen der Tropen einen solchen von 0,243; dagegen betrug die Gesamtmenge Nitrat-N 0,193 bzw. 0,289 g/qm/Jahr. Die Erwartung eines größeren Nitratreichtums der Tropenluft infolge gesteigerter Oxydationsprozesse (UV.-Intensität, Ozon) wird nicht eindeutig bestätigt. — Unterschiede im Nitratgehalt von *Stadt—Land* bestehen: Großstadt- und Industrieniederschläge sind nitratärmer als die des flachen Landes. Das industrielle Leeds (England) zeigte einen Gehalt von 0,074 mg/l Nitrat-N, während dieser in Garforth (landwirtschaftliches Gebiet 10 km E von Leeds) 0,330 mg/l Nitrat-N betrug. Für unsere gemäßigten Breiten dürften etwa folgende Mittel gelten: ländliche Bezirke 0,2—0,3 mg/l, Industriestädte 0,05—0,1 mg/l Nitrat-N.

In *Reinerz* betrug der Nitratgehalt der Niederschläge im Mittel aus 24 Analysen (nur Sommer) 0,185 mg/l Nitrat-N, in *Oberschreiberhau* (29 Analysen, nur Winter) 0,106 mg/l Nitrat-N. Die Ergebnisse liegen damit etwas unter dem Niveau für ländliche Festlandgegenden (0,2—0,3). Die Unterschiede der beiden Orte bringen wahrscheinlich nur den jahreszeitlichen Gang der Nitrate zum Ausdruck. Der Nitritgehalt des Regenwassers betrug (27 Analysen) in Bad *Reinerz* 0,017 mg/l Nitrit-N, in *Oberschreiberhau* (24 Analysen) 0,031 mg/l Nitrit-N. Die Unterschiede der beiden Orte kommen wahrscheinlich durch die verschiedene Jahreszeit zustande. Die Oberschreiberhauer Beobachtungen wurden vorwiegend im Winter gemacht: Im Winter steigt der Nitritanteil deutlich an, weil die Oxydation zu Nitraten weniger vollständig ist. Interessant ist ferner die Beobachtung, daß im Gewitterregen die Nitrite kräftig ansteigen, während der Nitratanteil etwas nachgibt.

Das *Verhältnis Nitrat-N : NH_3-N* im Regenwasser kann als Indicator für den Umfang der Oxydationskräfte in der Atmosphäre benutzt werden: Je vollständiger die Oxydation,

um so größer der Anteil der Nitrate am Gesamt-N. Dementsprechend verschiebt sich das Verhältnis zugunsten des Nitrat-N mit abnehmender geographischer Breite (intensivere Oxydation in der Tropenluft); das Verhältnis Nitrat-N : NH_3-N liegt für 14 tropische Stationen bei 41,6 : 58,4, für 25 Orte der nördlich gemäßigten Zonen bei 27,6 : 72,4. Gleichfalls dürfte im Sommer ein größerer Teil des Gesamt-N in Form von Nitraten vorliegen als im Winter. Auffallend ist ferner das enorme Überwiegen des NH_3-N in den Niederschlägen der Industriestädte; er beträgt oft das 10- bis 20fache des Nitrat-N. Durchschnitte für Nitrat-N : NH_3-N: ländliche Bezirke 25 : 75, Großstädte 13 : 87, Industriestädte 5 : 95. Offenbar übt das atmosphärische Milieu der Industriestadt einen besonders stark reduzierenden Einfluß auf die Luftnitrate aus (geschwächte UV.-Intensität und Mangel an Ozon, die ein Defizit an oxydierenden Kräften schaffen).

Die *natürliche Jahresbewegung* der wichtigsten chemischen Bestandteile des Regenwassers: „Natürlich" bedeutet: in rein ländlichen Bezirken, wo kein Einfluß städtischer und industrieller Schornsteine besteht; in Städten folgt der Jahresgang einfach der Kohlekonsumption und erreicht mit dieser im Winter die höchsten Werte. — Die *Chloride* steigen in den Wintermonaten (Maximum: Dezember, Januar, Februar) eindeutig an und erreichen ein Minimum im Juli; diese Bewegung ist vom Kohleverbrauch unabhängig und gilt für

Tabelle 4. Natürliche Jahresbewegung der Regenwassersubstanzen.

		Cl	Cl		NH_3-N		Nitrat-N			Sulfat-S
	mm	mg/l	mg/qm	mm	mg/l	mg/qm	mg/l	mg/qm		mg/l
Januar . . .	52,3	3,80	193,9	19,5	0,258	5,0	0,179	3,4	Winter	
Februar. . .	51,3	3,05	156,9	6,0	0,238	1,4	0,248	1,5	(Juni—August) .	0,65
März	45,5	3,56	161,4	28,9	0,302	8,7	0,231	6,7		
April	48,5	2,22	107,6	54,9	0,666	37,0	0,398	21,9	Frühling (September	
Mai.	54,9	1,76	96,4	73,1	0,576	42,1	0,259	18,9	bis November) . .	0,97
Juni	56,4	1,29	72,9	71,7	0,555	39,8	0,302	21,7		
Juli.	65,8	1,06	69,5	70,3	0,476	33,5	0,404	28,4	Sommer (Dezember	
August . . .	70,9	1,20	85,2	74,0	0,709	52,5	0,420	31,1	bis Februar . . .	0,91
September. .	62,5	1,62	100,9	68,1	0,750	51,1	0,274	18,7		
Oktober. . .	82,3	2,46	201,8	79,5	0,754	60,0	0,253	20,1	Herbst	
November .	77,0	2,71	208,5	47,9	0,508	24,3	0,199	9,5	(März—Mai). . .	1,17
Dezember . .	63,5	3,27	207,4	20,8	0,352	7,7	0,187	3,9		
	Rothamsted, Miller[115], 23 Jahre			Ottawa, USA., Shutt[159], 17 Jahre					Lincoln (Neuseeland), Gray[67], 4 Jahre.	

England wie für Barbados. Sie erscheint in Küstennähe ausgeprägter als im Hinterland. Die Bildung von Chloridkernen scheint in den kalten Monaten mit größerer Intensität stattzufinden. Die *Sulfate* im Regenwasser erreichen ihre höchsten Werte in den Sommermonaten: In der wärmeren Jahrezeit findet der Abbau organischer Substanz als Quelle des Luftschwefels in vermehrtem Umfange statt. Zunahme der Besiedelungsdichte und Nachbarschaft von Industrien verdecken diese natürliche Jahresbewegung aber vollständig. Das *Ammoniak* findet an ländlichen Stationen sein Maximum im Sommer/Herbst, ebenfalls bedingt durch die Intensivierung der NH_3-Produktion durch vermehrten Abbau organischen Materials in den warmen Monaten. Über den Jahresgang der *Nitrate* in den Niederschlägen schließlich sind die Meinungen noch sehr uneinheitlich. Die Mehrzahl der Beobachtungen macht es aber wahrscheinlich, daß die Nitratkurve die höchsten Werte im Sommer, niedrigere im Winter erreicht. Dies dürfte zum großen Teil auf die vollkommenere Oxydation des Ammoniaks, aber auch auf eine vermehrte Synthese im Sommer zurückzuführen sein.

Gewiß sind unsere Kenntnisse von der Chemie der Atmosphäre noch sehr lückenhaft Aber planmäßige Untersuchungen werden ein Beobachtungsmaterial fördern, das geeignet

ist, die noch offenen Fragen zu klären. So ist es z. B. wohl sicher, daß die von der modernen Meteorologie isolierten „Luftkörper" nicht nur Gebilde von physikalischer, sondern auch von faßbarer chemischer Individualität darstellen: Sie zeigen in ihrem Bestand an Kondensationskernen wesentliche Unterschiede in quantitativer wie in qualitativer Hinsicht (wenn wir auch diese heute noch nicht exakt erfassen können). Zum Studium des Luftkörperchemismus sind am besten junge Luftkörper geeignet; denn ebenso wie eine physikalische „Alterung" der LK. stattfindet, dürfte es auch zu einer chemischen Angleichung an die irdische Unterlage kommen, d. h. zu einer Durchdringung des spezifischen LK.-Kernmaterials mit Kernen aus der lokalen Eigenproduktion der Unterlage. — Aber nicht nur die theoretische Meteorologie und Klimatologie wird sich an der Auswertung der Ergebnisse beteiligen, sondern auch die Balneologie: diese wird biologische Untersuchungen anschließen und Beziehungen aufdecken, die zwischen Luftchemismus einerseits, physiologischen und pathologischen Reaktionen des Menschen andererseits bestehen („chemische Bioklimatologie"). Wichtige therapeutische Konsequenzen werden gestatten, klimatische Heilfaktoren (die heute noch als unwägbar gelten) bewußt in den Dienst der Medizin zu stellen. Wie erfolgversprechend diese Aufgaben sind, konnte H. Cauer[28] durch seine vorbildlichen Untersuchungen des Jodmilieus (Luft, Boden, Wasser) zeigen.

Literaturverzeichnis.

[1] W. Ackroyd: Cl. Chem. News **84**, 176 (1901). — [2] L. Anderlind: N. Landw. Versuchsstat. **50**, 159 (1898). — [3] V. Anderson: N. Chem. News **110**, 812 (1914). — [4] B. Artis: N, Cl, S. Chem. News **113**, 3 (1916). — [5] B. Artis: N, Cl, S. Chem. News **121**, 13 (1920). — [6] N. Aufray, Bull. Econ. Indo-Chine (Hanoi-Haiphong) **12**, 595 (1909). — [7] Barkow, Versuche über die Entstehung von Nebel. Diss. Marburg — Ann. Physik **13**, 317 (1907). — [8] J. A. Barral, Recherches analytiques zur les eaux pluviales. Paris 1852. — [9] J. A. Barral: Cl, S, N. C. r. Acad. Sci. Paris **13** (1852). — [10] G. Basile: Cl, S, N. Staz. sper. agrar. ital. **28**, 545 (1895). — [11] C. Bechy: N. Ber. dtsch. chem. Ges. **6**, 1203 (1873). — [12] G. Bellucci: Cl, N, S. Staz. sper. agrar ital. **21**, 255 (1888). — [13] M. Berthelot u. F. André: N. C. r. Acad. Sci. Paris **102**, 957 (1886); **104**, 625 (1887). — [14] G. Bertrand: S. Congr. Chim. ind. Bruxelles **15** II, 823 (1935) — C. r. Acad. Sci **201**, 309 (1935). — Bull. Soc. chim. France **1935**, Ser. 5, 2 II, 2192. — [15] A. Bobierre: N, Cl. C. r. acad. Sci. Paris **58**, 755 (1864). — [16] Bobinet: Cl, S, N. C. r. Acad. Sci. Paris 493 (1863); **58**, 755 (1864). — [17] M. M. Bordas u. Desfemmes: Cl. L'Acad. d. A.O. November 1930. — [18] O. Bottini: S. Ann. Osservat. Vesuv **3**, 141. — [19] Boussingault: N. Ann. Chim. Phys. **39**, 259 (1853); **40**, 129 (1854) — C. r. Acad. Sci. Paris **46**, 1123; **68**, 33 u. 115 (1869); **95**, 1121 (1882). — [20] Boussingault, Agronomie, Chimie agriculture et physiologie. Paris 1861.— [21] O. Braadlie: N. Kgl. Norske Videnskab. Selskab. Forh. **3**, 78 (1930). — [22] Bretschneider: N. Landwirt **8**, 387 (1872). — [23] Bretschneider, Über den Regenfall zu Ida-Marienhütte (Schlesien) 1865—1872 und den Ammoniak- und Nitratstickstoff darin. Breslau 1872. — [24] J. C. Brünnich: N. Ann. Rep. Dep. Agr. Queensland **54** (1908/09). — [25] G. Capus: N. Ann. d. Géographie **23**, 106 (1914). — [26] P. Carmody: Cl, N, S. Ann. Rep. Goot. Analyst 1901/02 Trinidad. — [27] A. Casali: N. Staz. sper. agrar. ital. **1901**, 833. — [28] H. Cauer: Jod. Veröff. Med.verw. **39**, H. 6 (1933). — [29] H. Cauer, Chemische Klimatologie. Balneologe **1**, 5 (1934). — [30] H. Cauer, Balneologe **4**, 286 (1937). — [31] H. Cauer, Balneologe **4**, 545 (1937). — [32] H. Cauer, Balneologe **5**, 409 (1938). — [33] Chabrier: N. C. r. Acad. Sci. Paris **68**, 540 (1869); **73**, 485, 1273, 1480 (1871). — [34] Chairy: Cl, N S. C. r. Acad. Sci. Paris **99**, 869 (1884). — [35] G. A. Chatin, C. r. Acad. Sci. Paris **39**, 1083 (1854). — [36] Chevallier, J. Pharmacie **20**, 655. — [37] F. W. Clarke, The data of geochemistry. Washington: Bull. U.S. Geolog. Surv. **1920**, 50ff. — [38] J. B. Cohen, The air of towns. Washington 1896. — [39] J. B. Cohen u. A. G. Ruston, Smoke — a study of town air. London 1912. — [40] W. D. Collins u. K. T. Williams: Cl. S. Ind. Engin. Chem. **25**, 944 (1933). — [41] Collison, R. C. u. J. E. Mensching: Cl, S, N. Techn. Bull. **193**, 3 (1932). — [42] Ch. Crowther u. A. G. Ruston: S. J. agricult. Sci. **4**, 25 (1911). — [43] Ch. Crowther u. D. W. Steurt: S. J. agricult. Sci. **5**, 391 (1913). — [44] A. K. Das, G. C. Sen u. C. K. Pal: N. Indian J. agricult. Sci. **3**, 353 (1932). — [45] N. R. Dhar: N. J. physic. Chem. **29**, 126 (1925). — [46] N. R. Dhar u. A. Ram: N. J. Indian. chem. Soc. **10**, 125 (1933). — [47] N. R. Dhar u. G. G. Rao, J. Indian chem. Soc. **10**, 81 (1933) — Z. anorg. Chem. **199**, 422 (1931). — [48] G. Dupony, Études minéralogiques sur l'Indo-Chine Française. Paris 1913. — [49] Sc. V. Eaton u. J. H. Eaton, Plant Physiol. **1**, 77 (1926). — [50] Eichhorn: N. Ann. d. Landwirt. Preuß. **51**, 223 (1868). — [51] L. W. Erdmann: S. Soil. Sci. **14**, 363 (1922). — [52] R. W. Erwin: N. Fourth Ann. Rep. Utah Agr. Coll. Exp. Sta. **1893**. — [53] W. Eugling: N. Zbl. Agr. Chem. **7**, 641 (1878). — [54] G. H. Failyer u. C. M. Breese: N. Second. ann. Rep. exp. Sta.

Kansas agr. Coll. **1889**. — [55] L. Farcy: Cl. Ann. Hyg. publ. **9**, 504 (1931). — [56] H. v. Feilitzen u. J. Lugner: N. Kung. landtbr. Akad. Handl. Tidskr. **1910**, 151. — [57] W. Findeisen, Pflügers Arch. **236**, 367 (1935). — [58] W. Findeisen, Meteor. Z. **54**, 377 (1937). — [59] H. H. Finnell u. H. W. Houghton: N. Oklah. Panh. Bull. **34**, 2 (1932). — [60] J. F. Freeman: N. J.amer. Soc. Agronomy **16**, 356 (1924). — [61] Fresenius, J. prakt. Chem. **46**, 10 (1849). — [62] H. S. J. Fries, Chem. News **126**, 113 (1923). — [63] Gautier: Cl. C. r. Acad. Sci. Paris **21**, 715 (1845). — [64] F. Goppelsröder: N. J. prakt. Chem. **1**, 198 (1870); **4**, 139, 383 (1871) — Z. anal. Chem. **9**, 1, 177 (1870). — [65] Gräger, Ann. Pharm. **56**, 208 (1845) — Arch. Pharm. (2) **44**, 35. — [66] J. E. Gryeves u. W. Garner, Soil. Sci. **27**, 445 (1929). — [67] G. Gray: Cl, S, N. Austral-Asian Assoc. Adv. Sci. (Sidney) **1**, 138 (1888). — [68] G. Gray: Cl, S, N. Canterbury Agr. Coll. Mag. **1910**. — [69] A. D. Hall: Cl, S, N. The book of Rothamsted experiments. — [70] F. Hansen: N. Tidskr. planteavl. **37**, 123 (1931). — [71] J. B. Harrison: Cl, N. Rept. Dept. Sci. Agric. British Guiana **1909**; **1914/15** — J. chem. Soc. (Lond.) **100**, 530 (1911). — [72] J. B. Harrison u. J. Williams: Cl, N. J. amer. chem. Soc. **19**, 2 (1897). — [73] E. B. Hart u. W. H. Peterson: S. Wis. Agr. Exp. Sta. Res. Bull. **14**, 1 (1911). — [74] E. Haselhoff u. G. Lindau, Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch, S. 41ff. Leipzig 1903. — [75] W. J. Hayhurst u. N. Pring: N. J. chem. Soc. (Lond.) **97**, 872 (1910). — [76] J. Haymann: N. Rept. Cawnpore (India) Agr. Sta. **1906**, 22. — [77] A. Heller: S. Gesdh.ing. **60**, 385 (1937). — [78] J. F. Heller: N. Schmidts Jb. ges. Med. **73**, 3 (1851). — [79] A. Hilger, Landw. Jb. **15**, 437 (1886). — [80] Hirschwald, Die Prüfung der natürlichen Bausteine, S. 5. Berlin 1908. — [81] A. Houzeau: N. C. r. Acad. Sci. Paris **96**, 259 (1883). — [82] J. Hudig: N. Versl. landbouwkund. Onders. Rijkslandbouwproefstat. **1912**, 78. — [83] Hutchinson: N. 10th ann. Rept. Mississippi Agr. Mech. Coll. Exp. Sta. 1897. — [84] H. Ingle: N. Transvaal Agr. J. **4**, 105 (1905). — [85] H. Israel: Cl. Meteor. Z., Bioklim. Beibl. **1**, 53 (1934). — [86] J. E. Ives, Atmospheric Pollution of American Cities, S. 4. Washington 1936. — [87] W. C. Jacobs: Cl. Meteor. Z. **54**, 71 (1937). — [88] E. M. Johnson: S. J. amer. Soc. Agronomy **16**, 353 (1924). — [89] W. P. Jorisson: Cl. Chem. Weekblad **1906**, 3, 42, 647. — [90] C. F. Juritz: Cl, S. N. S. afric. J. Sci. **10**, 170 (1910). — [91] O. Kellner u. a.: N. Landw. Jb. **15**, 701 (1886). — [92] E. Kinch: Cl. J. chem. Soc. (Lond.) **51**, 92 (1887); **77**, 1271 (1900). — [93] Kister: S. Gesdh.ing. **32**, 841 (1902); **33**, 30 (1910). — [94] N. Knight: Cl. Chem. News **133**, 255 (1926). — [95] N. Knight: N. Exp. Sta. Rec. **24**, 506 (1911). — [96] Knipscher, Pharm. Weekblad **42**, 1042 (1905). — [97] W. K. Knox: Cl, N. Chem. News **111**, 61 (1915) — [98] H. Köhler: Cl. Medd. f. Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalt, Stockholm **2**, Nr 5 (1925) — Meteor. Z. **45**, 127 (1929). — [99] H. Köhler: Cl. Bull. geol. Inst. Univ. Uppsala **26**, 279 (1937). — [100] J. König, Landw. Jb. **40**, 407 (1911). — [101] E. Küppers: S. Z. angew. Chem. **31** I, 74 (1918). — [102] H. Kurasige u. G. Kagel, J. Meteorol. Soc. Japan **13**, 211 (1935 II). — [103] J. B. Lawes, J. H. Gilbert u. R. Warington: Cl, S, N. J. roy. Agric. Soc. England **17**, 241, 311 (1881); **18**, 1 (1882); **19**, 313 (1883). — [104] W. Leather: N. Mem. Dep. Agr. India Chem. Ser. **1**, 1 (1906). — [105] A. Levy: N. J. d'Agric. prat. **39**, 243 (1875 I) — C. r. Acad. Sci. Paris **84**, 273, 1335 (1877); **91**, 94 (1880); **113**, 804 (1891) — Ann. de l'Observ. d. Montsouris **1882**, **1887**. — [106] J. Liebig, Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie. Braunschweig 1843. — [107] W. Liesegang: Cl, S, N. Kl. Mitt. Ver. Wasserusw. Hyh. E. V. **3**, 317 (1927); **4**, 178, 261, 329 (1928); **5**, 84 (1929). — [108] W. Liesegang: Cl, S, N.: Kl. Mitt. Ver. Wasser- usw. Hyg. E.V. **9**, 306 (1933); **10**, 350 (1934). — [109] F. Linke, Meteor. Z., Bioklim. Beibl. **1936**, 97. — [110] S. de Luca, C. r. Acad. Sci. Paris **53**, 155. — [111] B. Lucanus: N. Preuß. Ann. Landw. **48**. — [112] E. Mach: N. Tirol. landw. Bl. **7**, 16 (1888). — [113] W. H. Macintire u. J. B. Young: S. Soil Sci. **15**, 205 (1923). — [114] T. Marr: N. Proefstat. Ost-Java **1891**, 38; **1893**, 47. — [115] N. H. J. Miller: Cl, N. J. agricult. Sci. **1**, 280 (1905). — [116] N. H. J. Miller: Cl, N, S. J. Scott. Meteorol. Soc. **16**, 141 (1913). — [117] W. A. Moore u. G. Browning, Chem. News **122**, 51 (1921). — [118] Moore: N. J. chem. Soc. (Lond.) **119**, 1555 (1921). — [119] M. Müller: N. Z. angew. Chem. **1**, 240 (1888). — [120] A. Müntz u. Aubin: N. C. r. Acad. Sci. Paris **95**, 788, 919 (1882). — [121] A. Müntz u. E. Lainé: N. C. r. Acad. Sci. Paris **152**, 167 (1911). — [122] A. Müntz u. E. Lainé: N. C. r. Acad. Sci. Paris **153**, 749 (1911). — [123] A. Müntz u. V. Marcano: N. C. r. Acad. Sci Paris **108**, 1062 (1889); **112**, 447 (1891); **113**, 779 (1891); **114**, 184 (1892). — [124] H. Nehls, Kl. Mitt. Ver. Wasser- usw. Hyg. E. V. **11**, 248 (1935); **12**, 314 (1936). — [125] H. Niggemeyer, Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch, Abschn. 6. Münster: Inaug.-Diss. 1915. — [126] H. Ost: S. Chem. Ind. **23**, 292 (1900). — [127] Pagnoul u. Pellet, Rév. de ind. chim. agr. **6**, 577 (1882). — [128] M. K. Pamber: N. Report on Ceylon Tea Soils. Colombo 1900. — [129] Passerini, L'Agric. ital. **15** (1890) — Staz. sper. agrar. ital. **19**, 299 (1890). — [130] Passerini: Cl. Bollet. d. scuola agrar. d. Scandicci **1**, 12 (1893). — [131] E. L. Peck: Cl, S, N. Chem. News **116**, 283 (1917). — [132] A. Petermann u. J. Graftiau: N. Bull. Stat agron. Gembloux **52**, 5 (1893) — Mém. de l'Acad. de Sci. Belg. **49**. — [133] E. Peters: N. Preuß. Ann. Landw. **48**, 129; **50**, 264. — [134] J. I. Pierre, Mém. de la Soc. Linéenne de Normand. **53**, 9 (1852) — Ann. agron. **1**, 471 (1851) — Ann. chim. phys. Paris **39**, 428 (1853). — [135] J. I. Pierre, Chimie agricole. Paris 1860. — [136] Pincus u. J. Roellig: N. Landw. Versuchsstat. **9**, 465 (1867). — [137] J. Pirovaroff, Pédologie **1906**, H. 1—4, 67. — Ann. géol. min. Russie **9**, 274 (1908). — [138] A. Posniakow, Russ. J. exper. Landw. **5**, 787 (1904). — [139] E. Prost, Bull. Assoc. Belge chim. **13**, 279 (1899). — [140] A. Ram: N. Proc. Acad. Sci. Univ. Prov. Agra and Oudh **4**, 147 (1934). — [141] G. G. Rao: N. Bl. Acad. Sci. Allahabad **1**, 82 (1931/32). — [142] H. Ribble, Monthly Weather Rev. (U.S. Dept. Agric.) **54**, 424 (1926). — [143] Fr. A. Rollo Russell, The atmosphere in relation to human health and life. Washington 1896. In Smithsonian Misc. Coll. **39**. — [144] Fr. A. Rollo Russell, London fog and smoke.

London 1905. — [145] Fr. A. Rollo Russell, Monthl. Weath. Rep. Meteorol. Off. I, II, III, April 1884, August 1885. — [146] Th. Saussure, Neues allg. J. d. Chem. 1903/05. — [147] A. Schmaus, Umschau **24**, 61 (1920). — [148] A. Schmaus u. A. Wigand, Die Atmosphäre als Kolloid. Braunschweig 1929. Slg. Vieweg H. 96. — [149] J. v. Schröder: Tharandt. forstl. Jahrb. **23**, 68 (1873). — [150] J. v. Schrüder: Cl, N. Rev. Assoc. Rural Uruguay **44**, 381 (1915). — [151] J. v. Schröder u. C. Reuss, Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch, S. 22. Berlin 1883. — [152] L. Schultz, Z. physik. Ther. **45**, 120 (1933). — [153] R. Sendtner: S. Forstl. naturwiss. Z. **1896**, 253. — [154] Sh. Shaffer, Chem. News **124**, 35 (1922) — Monthl. Weath. Rev. **49**, 404. — [155] N. Shaw u. J. S. Owens, Smoke problem of great cities. London 1925. — [156] H. S. Shelton: Cl. Chem. News **99**, 253. — [157] F. T. Shutt: N. Chem. News **100**, 305 (1909) — Proc. Trans. roy. Soc. Canada, III s. **4**, 55 (1910); **8**, 83 (1914); **11**, 63 (1917) — Ottawa Nat. **25**, 99 (1911). — [158] F. T. Shutt: N. Exper. Farms Rep. Ottawa **1908**, 173; **1909**, 190; **1910**, 216; **1911**, 200; **1912**, 164. — [159] F. T. Shutt u. B. Hedley: N. Proc. Trans roy. Soc. Canada **19**, 1 (1925). — [160] R. A. Smith, Mem. Manchester Soc. **1868**. — [161] R. A. Smith, J. Scott. Meteorol. Soc. **3**, 2 (1870). — [162] R. A. Smith, Air and rain. The beginning of a chemical climatology. London 1872. — [163] C. Srikantia: N. Half Yearly J. Mysore Univ. **4**, 195 (1930). — [164] R. Steurt: S. III. Agr. Exper. Sta. Bull **277**, 99 (1920). — [165] J. Stoklasa, Studien über die N-Verbindungen in Meteorwässern. Prag 1882. — [166] J. Stoklasa: N. Sloz. sraz. atmosf. vroel **1883**, 84. — [167] Stoklasa, Die Beschädigung der Vegetation durch Rauchgase, S. 399. Berlin 1923. — [168] G. Tamann u. H. Z. Rocha: N. Z. anorg. Chem. **209**, 257 (1932). — [169] G. Tissandier, C. r. Acad. Sci. Paris **80**, 58 (1875). — [170] J. E. Triesch-mann: Cl, S. N. Chem. News **119**, 49 (1919); **121**, 13 (1920). — [171] P. Troubetzkoy u. A. Bytchikhine: N. Jber. Fortschr. Geb. Agr. Chem. **1906**, 4. — [172] Tulaikow, Russ. J. landw. Wissensch. **2**, 604 (1925). — Soil Sci. **25**, 213 (1928). — [173] C. F. A. Tuxen: N. Tidskr. f. Landökon. **9**, 325 (1890). — [174] H. de Va-rigny, Air and life. Washington 1896. In Smithsonian Misc. Coll. **39**. — [175] Vincent, Sarazin u. Herviaux: S. C. r. Acad. Agricult. France **21**, 1032 (1935). — [176] D. Vorländer u. W. Godhes: N. Ber. dtsch. chem. Ges. **64**, 1776 (1931). — [177] R. Warington: Cl, S, N. J. chem. Soc. (Lond.) **51**, 500 (1887). — [178] R. Warington, J. chem. Soc. (Lond.) **55**, 537 (1889). — [179] Th. Way, J. agricult. Soc. England **17**, 618. — [180] I. Weedon: N. Ann. Rep. Dept. Agr. and Stock (Queensland) **1908/09**, 59. — [181] B. Welbel: N. Trav. Labor. chim. stat. exper. agr. Ploty **1900**, 44; **1901**, 42 — Russ. J. exper. Landw. **4**, 194 (1903). — [182] G. H. Wiesner: Cl, N. Chem. News **109**, 85 (1914). — [183] A. Wigand, Meteor. Z. **1913**, 10. — [184] S. F. Williams u. O. K. Beddow, Chem. News **145**, 40 (1932). — [185] B. D. Wilson: S. J. amer. Soc. Agronomy **13**, 226 (1921); **15**, 453 (1923). — [186] J. Wituynj: Cl, S. Russ. J. exper. Landw. **12**, 30 (1911). — [187] E. Wollny, Wollnys Forsch. Geb. Agr. Phys. **19**, 267 (1896). — [188] Zentralkommission für das agrikulturchemische Versuchswesen: N. Ann. preuß. Landw. **48**, 129 (1865); **50**, 264 (1867); **51**, 223 (1868).

Nachtrag: [189] H. Cauer u. E. Quitmann, Verfahren zur chemischen Analyse der Nebelkerne der Luft. Z. anal. Chem. **116**, H. 1 (1939).

Zusammenfassende Darstellungen in Hand- und Lehrbüchern: E. Blanck, Handbuch der Bodenkunde **2**, 50. Berlin 1929 — Lehrbuch der Agrikulturchemie Tl. 1, 176. Berlin 1927. — B. Bleyer, Handbuch der Lebensmittelchemie **8**. Berlin 1939. Wasser, Luft. — K. v. Buchka, Das Lebensmittelgewerbe, Handbuch **3**, 372. Leipzig 1918. — H. Bunte, Das Wasser, S. 102. Braunschweig 1918. — F. Fischer, Das Wasser, S. 3. Berlin 1902. — Hann-Süring, Lehrbuch der Meteorologie. 1939. — J. König, Die Verunreinigung der Gewässer **1**, 3. Berlin 1899 — Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, **2**, 718. Berlin 1920 — Untersuchung landwirtschaftlich wichtiger Stoffe **1**, 864. Berlin 1923. — B. Lersch, Hydrochemie oder Handbuch der Chemie der natürlichen Wässer, S. 26, 64, 117, 218. Berlin 1864. — H. Ludwig, Die natürlichen Wässer in ihren Beziehungen zu Luft und Gesteinen, S. 25. Erlangen 1862. — Muspratts Chemie **11**, 102ff. (1913). — Ohlmüller u. Spitta, Untersuchung und Beurteilung des Wassers. — Pettenkofer-Ziemssens, Handbuch der Hygiene **1882**, Tl. 2, 1. Abt., S. 37. — Rubner, Handbuch der Hygiene Tl. 2, 2. Abt., S. 27. Leipzig 1924. — H. Woltereck, Klima, Wetter, Mensch. Leipzig: Quelle u. Meyer 1938.

Breslau 1, Ohlau-Ufer 24 III.

Lebenslauf.

Am 8. Juni 1915 wurde ich als Sohn des Buchhändlers Ernst Drischel und seiner Ehefrau Maria, geb. Rosmanek, in Köln a. Rh. geboren. Nach Besuch der Volksschule in Beuthen, O.-Schl., und Breslau war ich von 1925 bis 1934 Schüler der Bender-Ober-Realschule in Breslau; Ostern 1934 erhielt ich hier das Zeugnis der Reife. Nach einer halbjährigen Arbeitsdienstzeit begann ich im Winter 1934/35 mein Medizinstudium. Ich habe sämtliche zehn Semester in Breslau belegt, bestand im April 1937 die ärztliche Vorprüfung und legte im September 1939 ein recht beschleunigtes Staatsexamen ab. Ich bin deutscher Staatsbürger und arischer Abstammung.

Hans Drischel.